

# ARCH 族计量模型在金融市场研究中的应用

钱争鸣

(厦门大学 计划统计系, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 对金融市场不确定性的探讨和实证分析, 是现代金融研究的核心问题之一。近年发展起来的金融市场价格波动非线性时间序列模型及其分析方法, 在理论探讨和实际应用方面, 都取得迅速的进展, 形成了 ARCH 族计量模型。利用这些模型可以分析我国金融市场的有效性, 测度金融市场的系统风险, 寻求最优动态无风险策略, 帮助政府制订和完善金融政策。

**关键词:** ARCH 族计量模型; 金融市场应用

**中图分类号:** F224.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 0438-0460(2000)03-0126-04

对金融市场价格变化不确定性的研究和实证分析, 是现代金融研究的核心问题之一, 需要建立和运用有关计量模型进行系统和深入的分析。近 20 年发展起来的金融市场价格波动非线性时间序列模型及其分析方法, 在理论探讨和实际应用上, 都取得了迅速的发展, 形成了 ARCH(Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity)自回归条件异方差族计量模型。不仅对我国开展金融市场分析研究具有很高的理论价值, 而且在实际应用方面也有其重要的作用。

## 一、证券价格波动与 ARCH 族计量模型的发展

金融市场证券价格波动具有随时间变化的特征, 有时相当稳定, 有时波动异常激烈。经济学家和金融财务专家们研究发现金融市场上证券数据从一个时期到另一个时期的变化过程中, 常常出现价格波动聚集(Volatility Clustering)现象, 大幅度波动聚集在某一段时间, 而小幅波动聚集在另一段时间上。而且, 内生变量  $Y_t$  在  $T$  期的一个大跳跃, 很可能导致它在  $T+1$  期的大波动, 反之亦然。当  $\epsilon_t$  很大时,  $\epsilon_t+1$  的方差也很大。随机变量某一跳跃的持续时间  $P$  值越大, 所影响的时间就越长。这种金融变量随市场波动的现象是常见的, 其特点已被证实为一种带普遍性和规律性的现象。而传统分析中所采用的计量模型, 如多元线性回归、ARMA 模型等都采用残差值为零而且独立同方差, 或至多是由外生变量影响所形成的异方差形式的假设, 不能客观和准确地描述金融市场证券价格与收益行为随时间变化的情况和特征。

为了寻求对各种金融市场证券价格波动行为更为准确的描述和分析方法。并运用模型进

收稿日期: 1999-11-13

作者简介: 钱争鸣(1956-), 男, 江苏人, 厦门大学计划统计系教授。

行实证分析, 70 年代末有关专家、学者就开始着手进行研究。麦肯尼斯 (McNees) 1979 年的研究表明: 金融市场证券价格波动的不确定性, 在不同的预测期间会有所改变, 较大或较小的预测误差通常会聚集出现。恩格尔 (Engle) 1982 年发现了非线性时间序列模型中, 误差项的方差常常是不稳定的, 它不仅受过去 (价格) 波动冲击 (Shock) 的影响, 而且大波动往往伴随有聚集的现象。为描述和预测这类波动聚集性的变动现象, 恩格尔提出了著名的自回归条件异方差 (条件方差不一致) 模型。它对金融市场变条件方差的风险和不确定性的各种定量测度更为精确, 比一般传统计量经济模型中的常数方差的假设更具代表性和一致性。所以该模型开创这一领域研究工作的先河, 受到理论界和实际部门的重视。后来对它的各种扩充和修改成为热门的研究专题, 相继产生了许多有关的理论及应用方面的研究成果, 使这一领域的研究和探讨不断深入。如波勒斯列夫 (Bollerslev) 1986 年将其一般化, 除了考虑误差项的滞后期之外, 同时也加入了误差项条件方差的滞后期, 从而导出广义自回归条件异方差 GARCH 模型, 由李里恩 (Lilien) 等人 1987 年提出的 ARCH-Mean 模型, 把条件方差放入条件平均数方程中, 以解释和描述风险贴水随时间变化, 更为贴切地描述了风险与报酬间的关系。纳尔森 (Nelson) 1991 年提出的指数 GARCH 或 EGARCH 模型, 进一步考虑了信息不对称现象的正负冲击所引起的不同影响; 贝里亚 (Baillie) 等人 1996 年提出了 FIGARCH 模型, 较好地反映了序列变动异方差的特性和长记忆变动特征, 描述了过去冲击持续到将来, 并对未来的预期产生很大影响。这些成果的不断汇集, 从理论、方法和实际应用诸方面形成了 ARCH 族计量模型体系。

## 二、ARCH 族计量模型的分类与比较分析

比较 ARCH 族计量模型中的诸多模型, 虽然各自的数学表示形式各有所异, 但归纳起来其共同的特点是围绕随机误差项的方差变化而进行的。笔者认为, 适当地对 ARCH 族计量模型进行分类并分析和比较其变化特征, 有助于更好地认识、把握和运用模型。下面对常用的两类 ARCH 模型以及其他的衍生模型进行类型和特征分析:

### 1. 第一类 ARCH(Q) 模型与 GARCH(P, Q) 模型

#### (1) ARCH(Q) 模型

$$Y_t = X_t\beta + \epsilon_t$$

$$\epsilon_t \mid \psi_{-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \epsilon_{t-p}^2$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, p$$

#### (2) GARCH(P, Q) 模型:

$$Y_t = X_t\beta + \epsilon_t$$

$$\epsilon_t \mid \psi_{-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$$

$$P \geq 0, q \geq 0, \alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0$$

ARCH 模型中的条件方差  $h_t$  是滞后随机误差平方的线性函数, 即条件二阶矩。通过  $\epsilon_t$  幅值变化影响方差值的大小, 幅值越大,  $h_t$  越大, 序列波动程度就越大。而且过去的波动干扰对市场未来波动的影响具有减缓作用, 使波动会持一段时间。这是因为  $\epsilon_{t+1}$  的方差由  $\epsilon_t^2 \dots \epsilon_{t-p}^2$  所决定, 当  $\epsilon_t$  很大时,  $\epsilon_{t+1}$  的方差也一定很大。P 值决定了随机变量某一跳跃所持续影响的时间, P 值越大, 则影响时间越长。从统计意义上说, ARCH 模型的误差项服从具有宽尾部的无条件分布, 恰好能描述金融市场上资产收益率变量是宽尾部分布的特征, 而正态分布不具备这一性

质。模型的内生变量  $Y_t$  的预测是已存于信息集  $\Psi_{t-1}$  的一个期望值, 也即关于过去的收益率信息虽然包含在信息中, 但它不影响  $T$  期的最优收益率。由于 ARCH 模型具有不相关性, 它能较好地说明过去的收益率不影响未来的收益率。因此, 这与有关市场有效性的重要假设相吻合。

比较 GARCH 与 ARCH 模型, 两者虽具有一些共同的特点和类似的性质, 但两者的区别在于, 前者的条件方差  $h_t$  不仅是滞后随机误差平方的线性函数, 而且也是滞后条件方差的函数。因此, GARCH 模型的优点在于, 它能有效地排除收益率中过度的峰值。从 ARCH 模型发展到 GARCH 模型的过程, 类似于从 ARCH 过程发展到 ARMA 模型的过程。若  $P=0$ , 则 GARCH ( $P, Q$ ) 转化为 ARCH( $Q$ ) 模型, 所以 ARCH 模型是 GARCH 模型的特例。因此, 如果过去的条件方差  $h_{t-j}$  与过去的随机误差平方  $\epsilon_{t-j}^2$  确实对条件方差在统计意义上有显著影响的话, 那么 GARCH 模型就能够比 ARCH 模型更恰当地描述和预测金融市场变化的行为特征。

## 2. 第二类 ARCH—M 模型和 GARCH—M 模型

### (1) ARCH—M 模型:

$$Y_t = X_t B + \epsilon_t$$

$$\epsilon_t \mid \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2$$

### (2) GARCH—M 模型:

$$Y_t = X_t B + \epsilon_t + \beta_t$$

$$\epsilon_t \mid \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$$

第二类中的两个模型的共同特点是, 把条件方差引入均值方程。这也是第二类与第一类模型的区别。那么当条件方差随时间而变化时, 就会引起条件期望值随时间的变化。因而, 条件方差的增长就与条件期望值的变化联系起来。而第二类模型中两个模型的区别, 关键在于  $h_t$  的表达式不同。取不同的形式的  $h_t$ , 就决定了它是 ARCH—M 模型还是 GARCH—M 模型。

这一研究领域除了以恩格尔和彼勒斯列夫的 ARCH 模型和 GARCH 模型为代表的主流模型之外, 下述的其他衍生模型也从不同的侧面丰富了研究内容, 拓展了研究深度。(1) 希金斯 (Higgs) 和贝拉 (Bera) 1992 年提出的非线性 ARCH 模型 (即 NARCH 模型), 其设定的条件方差为  $h_t[\alpha_0(\epsilon_t^2)^\delta + \alpha_1(\epsilon_{t-1}^2)^\delta + \dots + \alpha_p(\epsilon_{t-p}^2)^\delta]$ 。当  $\delta=0$  时, NARCH 模型就变成 ARCH 模型。当  $\delta \rightarrow 1$  时, NARCH 模型就转化为 logARCH 模型;(2) 纳尔森 (Nelson) 为解决对称的条件方差函数 (即不受随机误差项符号的影响), 可能不适于描述和预测股票收益与市场波动的负相关性, 而于 1991 年提出的指数 ARCH 模型 (即 EARCH 模型); 以后他又利用 1962 年至 1987 年美国加权股市指数的回收益资料, 而建立了实证 GARCH 模型 (即 EGARCH 模型)。(3) 培根 (Pagan) 和洪 (Hong) 1990 年提出的利用一、二阶条件矩与  $Y_t$  的关系, 对条件期望和条件方差同时进行非参数估计, 建立了非参数估计条件方差的 Nonpara ARCH 模型, 从而扩大了模型的估计方法和适用范围;(4) 恩格尔 (Engle)、格兰杰 (Granger) 和克拉夫特 (Kraft) 1984 年共同提出了多变量 ARCH 模型。随后在 1990 年, 波勒斯列夫在假设随机误差项的条件相关矩阵为常数的情况下, 提出了简化的算法, 使得对多变量 ARCH 模型的分析减少了许多计算上的困难。(5) 由于随机误差项服从条件正态分布的假设并不完全符合对金融市场的实证资料的研究结果, 周瑞恩 (Jorin) 和纳尔森提出用正态—普阿松分布和扩展指数分布来估计 ARCH 模型。另外, 葛兰

特(Gallant)和奈切卡(Myhka)1989年提出了半参数密度函数的估计法,以及巴涅特(Barnett)等人1995年提出的非参数和半参数求解方法。其他的衍生模型还有 VARCH 模型、结构 ARCH 模型、门限 ARCH 模型、因子 ARCH 模型等。这些方法大大改善模型的适应性程度,使模型更好地适用于各种不同的金融市场价格行为波动的现象,极大地推动和促进了该领域研究的广度与深度。

### 三、ARCH 族计量模型在我国金融市场研究中的应用

随着社会主义市场经济的不断发展和完善,我国金融市场及其交易业务获得了很大的发展,特别是股票市场,从规模到水平都有了很大提高。这一方面引发了千百万股民热情投身股市以期获得投资回报;另一方面也为企业筹资、兼并和扩展创造了良机,同时也对国家经济转型和宏观经济调控发挥了重要作用。相比之下,我们对证券市场的价格行为,以及报酬与风险关系等方面的研究还相当不够。

如何提高这方面的研究方法和水平,国内的专家学者提出了意见和建议,并展开了讨论。笔者认为,投资经济和金融证券的理论界不仅要了解和学习这方面的理论,更新研究方法和分析技术手段,而且要跟踪国际上有关这一领域的最新研究进展,并密切联系我国金融市场的情况开展应用和实证分析。ARCH 族计量模型在我国具有广泛的应用范围和价值。比如:1. 利用 ARCH 族模型分析和检验我国金融市场的有效性与时序异常现象,测度金融市场变化的系统风险,探讨和寻求最优动态无风险策略;2. 描述与分析我国金融市场变化的特征和波动成因,以及证券价格波动行为对投资报酬的影响;3. 确定有关金融模型与定理公式在我国金融市场研究中参数值估计的检验;4. 考察政府的宏观经济调控措施与中央银行的货币政策对金融证券市场的影响效应;5. 考察通货膨胀、进出口贸易以及外汇变化等因素的变化与金融市场波动的关系等。

ARCH 族计量模型在我国金融市场研究中的应用,对于投资与管理主体,以及研究与开发部门来说,也具有重要的意义与作用。如企业团体投资者和个体投资者可以利用 ARCH 族计量模型预测我国股市波动性,并评价不同模型的预测效果,分析证券价值,制订参与市场交易的策略,规避市场风险。当然,具体运用哪个模型来预测我国股市波动更为有效,还须认真比较、分析和评价它们的前提条件和预测结果。研究和实务部门的专家学者可以利用非线性指数 ARCH 模型(即 EARCH 模型),来分析我国证券市场收差率是否呈现丛集效应和异方差效应。利用非对称 ARCH 模型可以分析我国股市在宏观经济走势良好,利空消息更易引发股市波动的情形下,是否存在杠杆效应和反馈效应;政府部门也可以运用 ARCH 族计量模型,来制订证券市场干预政策和金融政策,提高对股市的监管能力,以避免我国股市的大起大落。

值得一提的是,近年来我国学者也在学习 ARCH 族计量模型,对我国金融市场价格行为与收益报酬的关系做了一些探索性的研究工作。并利用 ARCH 族计量模型开展我国股市价格波动的实证分析。可以相信随着我国金融市场不断走向成熟,对 ARCH 族计量模型的研究和应用一定会发挥更大和更为重要的作用。

[责任编辑:沈小波]